

ЭПТ 2015



ACED 2015

УДК 621.314.634

2.1. ДИОДНЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ БЛОКИ В МОДУЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ ДЛЯ ЧАСТОТНО-УПРАВЛЯЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

MODULAR DIODE RECTIFIER UNITS FOR VARIABLE FREQUENCY DRIVE

Бородацкий Евгений Георгиевич, канд. техн. наук, главный конструктор преобразовательной техники для общепромышленного электропривода и технологий ЗАО «Автоматизированные системы и комплексы», Россия, 620137, г. Екатеринбург, ул. Студенческая, 1д. E-mail: borodatskiy@asc-ural.ru. Тел.: +7(343)360-05-01 (доб. 1208)

Кривовяз Владимир Константинович, канд. техн. наук, первый заместитель генерального директора - технический директор ЗАО «Автоматизированные системы и комплексы», Россия, 620137, г. Екатеринбург, ул. Студенческая, 1д. E-mail: krivovяз@asc-ural.ru. Тел.: +7(343)360-05-01 (доб. 1003)

Елфимов Евгений Иванович, ведущий инженер ЗАО «Автоматизированные системы и комплексы», Россия, 620137, г. Екатеринбург, ул. Студенческая, 1д. E-mail: elfimov@asc-ural.ru. Тел.: +7(343)360-05-01 (доб. 1057)

Evgeny G. Borodatskiy, PhD in Technical Sciences, Chief designer of converter equipment for general industrial electric drive «Automated Systems and Complexes», Studencheskaya str. 1D, Ekaterinburg, Russia, 620137. E-mail: borodatskiy@asc-ural.ru. Ph.: +7(343)360-05-01 ext. 1208

Vladimir K. Krivovяз, PhD in Technical Sciences, Technical director «Automated Systems and Complexes», Studencheskaya str. 1D, Ekaterinburg, Russia, 620137. E-mail: krivovяз@asc-ural.ru. Ph.: +7(343)360-05-01 ext. 1003

Eugene I. Elfimov, ingener «Automated Systems and Complexes», Studencheskaya str. 1D, Ekaterinburg, Russia, 620137. E-mail: elfimov@asc-ural.ru. Ph.: +7(343)360-05-01 ext. 1057

Аннотация: В докладе приведено описание технических характеристик и конструктивных решений диодных выпрямительных блоков для частотно-управляемого электропривода

Abstract: Technical characteristics and design solutions of diode rectifier units for variable frequency drive are presented in the report

Ключевые слова: частотно-управляемый электропривод, преобразователь частоты

Key words: variable frequency drive, frequency convertor

В настоящее время частотно-управляемый электропривод переменного тока получил широкое распространение в промышленности. Это обусловлено рядом преимуществ асинхронных электродвигателей над двигателями постоянного тока и значительными успехами в силовой полупроводниковой технике.

Одной из отраслей промышленности, имеющей большой спрос на данные привода, является нефтедобывающая промышленность. Для её нужд необходима линейка преобразователей частоты в диапазоне от 0,5 до 2,6 МВт при напряжении питающей сети и электродвигателя 690 В. Сегодня эти потребности удовлетворяются за счет применения преобразователей частоты ведущих зарубежных производителей. Эти устройства обладают хорошими функциональными возможностями и надежностью работы. Однако из-за значительного снижения цен на нефть

стоимость преобразователей частоты зарубежного производства оказывается непомерно высокой. Помимо этого, в связи с введением со стороны ряда зарубежных стран ограничений на поставку оборудования для нефтедобывающей отрасли России, появляется необходимость в создании собственных образцов оборудования и технологий.

Это делает актуальной задачу разработки преобразователей частоты отечественного производства обеспечивающих не худшие технические показатели при более низкой стоимости.

Для решения данной задачи на предприятии «Автоматизированные системы и комплексы», г. Екатеринбург начата разработка преобразователя частоты. Эта работа основывается на многолетнем опыте разработки преобразователей для автоматизированного

2. Силовые полупроводниковые преобразователи для электроприводов переменного тока

электропривода как постоянного [1, 2], так и переменного [3, 4] тока.

В качестве принципа построения преобразователя частоты принята модульная компоновка. Это решение обеспечивает:

1. Легкое наращивание мощности привода путём параллельного соединения нужного количества модулей;
2. Снижение стоимости преобразователя за счёт снижения номенклатуры конструктивных элементов и узлов;

3. Обеспечение лёгкой и быстрой замены вышедшего из строя модуля из-за его относительно небольших габаритов и массы;

4. Уменьшение номенклатуры запасных частей, хранимых на складах эксплуатационной организации.

На текущий момент выполнена разработка конструкторской документации и осуществлена сборка опытного образца диодного выпрямительного модуля для преобразователя частоты.

На рис. 1 показана схема силовой части изделия на ток 1000 А.

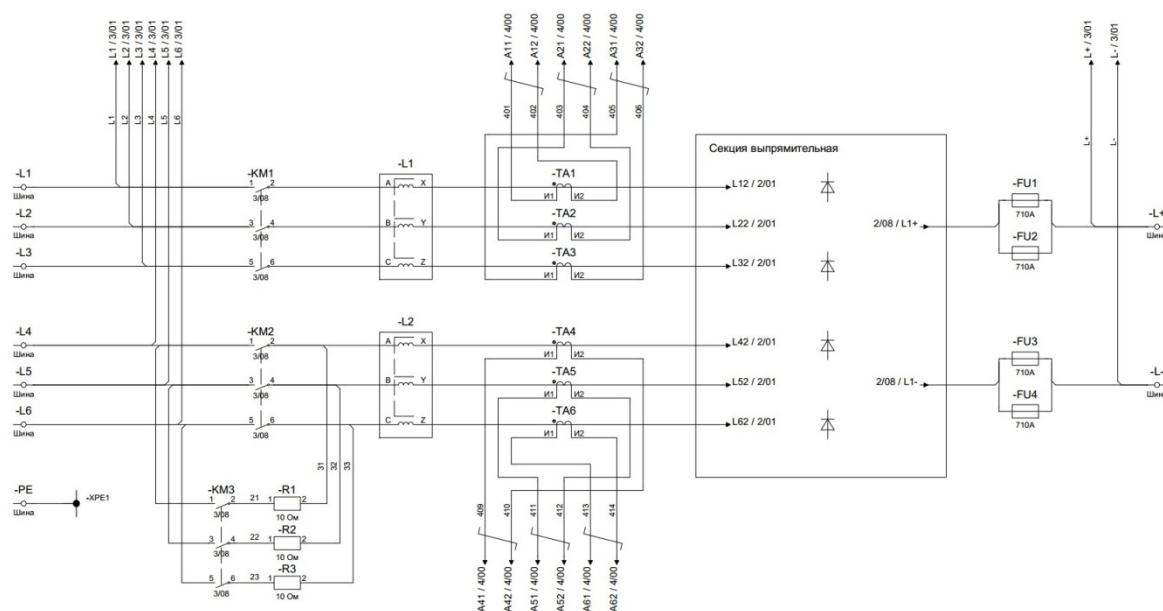


Рисунок 1 – Схема силовой части диодного выпрямительного модуля

Выпрямитель состоит из двух одинаковых трехфазных выпрямителей, образующих два идентичных параллельных канала с номинальным током 500 А каждый. Каждый канал имеет: свой независимый ввод, линейный контактор, входной реактор, выпрямительную секцию, а также датчики напряжения, тока и температуры.

Линейные контакторы KM1 и KM2 осуществляют коммутацию преобразователя частоты к питающей сети по сигналу от его системы управления. Отключение устройства от сети происходит либо по сигналу управления, либо в случае возникновения аварийной ситуации, например, пропадания или недопустимого снижения напряжения в питающей сети.

Входные реакторы L1 и L2 обеспечивают электромагнитную совместимость с питающей сетью и выравнивание токов, протекающих через параллельно соединенные выпрямительные секции.

Защита выходных цепей реализована с помощью быстродействующих предохранителей FU1-FU4.

С помощью датчиков измеряются входные напряжения на всех входах и выходе блока, токи в шести фазах и температуры охладителей в каждой выпрямительной секции. Эти сигналы подвергаются первичной обработке в системе управления выпрямителем, и, затем, они передаются в систему управления преобразователем частоты.

2. Силовые полупроводниковые преобразователи для электроприводов переменного тока

Контактор КМ3 и токоограничивающие резисторы R1-R3 образуют цепь заряда конденсаторов, установленных в звене постоянного тока автономного инвертора напряжения.

Наличие двух вводов позволяет использовать данный выпрямитель либо в режиме

двенадцатипульсного выпрямления при независимом подключении вводов, либо как шестипульсный выпрямитель при параллельном соединении вводов.

Схема выпрямительной секции изображена на рис. 2.

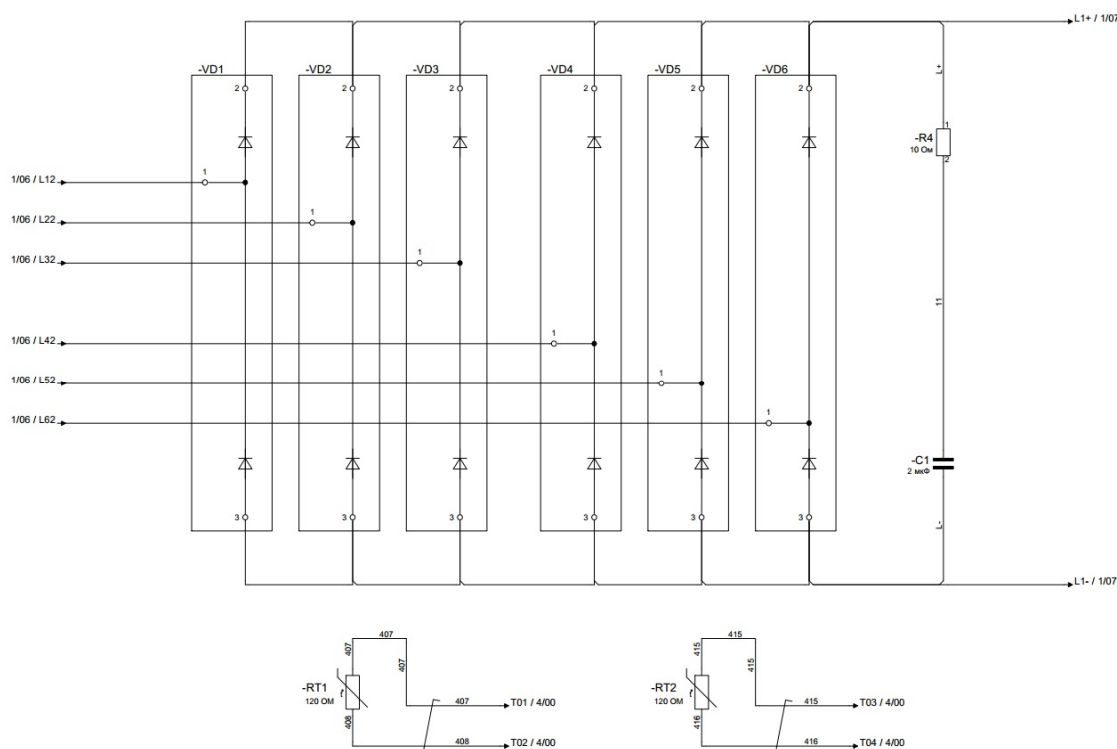


Рисунок 2 – Схема выпрямительной секции

Секция состоит из двух трехфазных мостовых выпрямителей, объединенных параллельно выходными шинами. В выпрямителях применены диодные модули VD1-VD6 отечественного производства. К выходным цепям секции подключена RC-цепочка (R4, C1) для защиты диодов от коммутационных перенапряжений. Для измерения температуры охладителей используются полупроводниковые термисторы RT1 и RT2 с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления.

Внешний вид выпрямительного модуля показан на рис. 3. В силовом несущем корпусе 1 размещаются все элементы выпрямителя. Две съёмные крышки 2 обеспечивают доступ к внутренним узлам. В нижней части модуля размещен центробежный электровентилятор. За счет специальной конструкции его крепления имеется возможность быстрой замены узла без извлечения всего диодного выпрямительного модуля из шкафа. Под вентилятором расположена тележка с колесами, которая позволяет

перемещать модуль без помощи подъёмно-транспортных механизмов. Для удобства перемещения к корпусу закреплена ручка 5.

Конструкция модуля позволяет компактно размещать оборудование в электротехническом шкафу за счет использования всего его объёма. Проектом предусматривается два вида шкафов для силовых блоков: шириной 400 и 600 мм. В шкаф шириной 400 мм устанавливается один модуль, а в шкаф шириной 600 мм – два модуля. Так же в шкафу шириной 400 мм предполагается устанавливать входной разъединитель и систему управления преобразователем частоты.

2. Силовые полупроводниковые преобразователи для электроприводов переменного тока

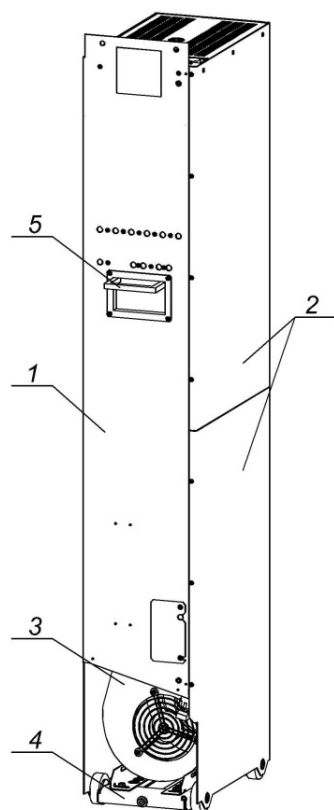


Рисунок 3 – Внешний вид диодного выпрямительного модуля:

1 – корпус; 2 – съёмные крышки; 3 – электро-вентилятор; 4 – колесная тележка; 5 - ручка

Основные технические показатели назначения выпрямителя соответствуют табл. 1.

Таблица 1
Основные технические характеристики

Наименование	Значение
Номинальный выходной ток, А	1000
Номинальное выходное напряжение, В	1000
Входное напряжение питающей сети, В	690
Допустимое длительное отклонение питающего напряжения, %	±10
Номинальная частота питающего напряжения, Гц	50

Число фаз питающего напряжения	3 или 6
Вид охлаждения	воздушное принудительное
Степень защиты	IP00
Вид климатического исполнения и категория размещения	УХЛ4
Габаритные размеры, мм:	
– высота;	1525;
– ширина;	232;
– глубина	440
Масса, кг	90

Помимо самого модуля разработан шкаф для установки нескольких выпрямителей с их параллельным соединением, как по входам, так и по выходам.

На следующих этапах конструирования будут разработаны автономный инвертор напряжения и система управления преобразователем частоты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бородацкий Е.Г. Выпрямительные полупроводниковые секции для электропривода и электротехнологии. Сб. докл. IX Межд. науч.-практ. конф. «Проблемы и достижения в промышленной энергетике».- Екатеринбург: ЗАО «Уральские выставки», 2010.
2. Бородацкий Е.Г., Кривовяз В.К. Выпрямительные полупроводниковые секции для автоматизированных электроприводов. Известия Тульского государственного университета "Технические науки". Выпуск 3. Часть 2.- Тула: ТулГУ, 2010.
3. Бородацкий Е., Васильев П., Кривовяз В. Частотно-управляемый электропривод передвижения самоходного грузового вагона. - Силовая Электроника, 2011, №5.
4. Кривовяз В.К., Бородацкий Е.Г., Шилин С.И. и др. Полупроводниковые преобразователи для современных энергоэффективных технологий. - Энергетика. Энергосбережение. Экология, 2012, июль.